

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公表

⑫ 公表特許公報(A)

平5-502776

⑬ 公表 平成5年(1993)5月13日

⑭ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

審査請求 未請求

予備審査請求 未請求

部門(区分) 7(3)

H 04 L 12/56

8529-5K

H 04 L 11/20

1 0 2 A

(全 11 頁)

⑮ 発明の名称 異なるトラフィックタイプの高速パケットを優先順位付け、選択的に放棄し、かつ多重化するための方法

⑯ 特 願 平3-511790

⑰ 翻訳文提出日 平4(1992)3月9日

⑱ 出 願 平3(1991)6月24日

⑲ 国際出願 PCT/US91/04444

⑳ 国際公開番号 WO92/01345

㉑ 国際公開日 平4(1992)1月23日

優先権主張 ㉒ 1990年7月11日 ㉓ 米国(US) ㉔ 551,712

㉕ 発明者 バーガバ・アミット

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 02143、ソマービル、アカデ
ミア・パーク 20 #3㉖ 出 願 人 コーデックス・コーポレイショ
ンアメリカ合衆国マサチューセッツ州 02048、マンズフィールド、
キャボット・ブルバード 20

㉗ 代理人 弁理士 池内 義明

㉘ 指 定 国 AT(広域特許), AU, BE(広域特許), CA, CH(広域特許), DE(広域特許), DK(広域特許), ES(広域
特許), FR(広域特許), GB(広域特許), GR(広域特許), IT(広域特許), JP, LU(広域特許), NL(広
域特許), SE(広域特許)

最終頁に続く

請求の範囲

1. 異なるトラフィックタイプのための高速パケットを交換後に多重化する方法であって、

A) 複数の第1の発生源から第1のトラフィックタイプの高速パケットを受信する段階、

B) 第1の優先順位付け方法に従って前記第1のトラフィックタイプの高速パケットの少なくともいくつかを優先順位付けし、第1のトラフィックタイプの高速パケットを送信のために優先順位付けする段階、

を具備し、かつさらに、

C) 複数の第2の発生源から第2のトラフィックタイプの高速パケットを受信する段階であって、該第2のトラフィックタイプは前記第1のトラフィックタイプと異なるもの、

D) 前記第2のトラフィックタイプの高速パケットの少なくともいくつかを第2の優先順位付け方法に従って優先順位付けて第2のトラフィックタイプの高速パケットを送信のために優先順位付けする段階であって、前記第2の優先順位付け方法は前記第1の優先順位付け方法と異なるもの、

E) 前記第1および第2のトラフィックタイプの高速パケットを多重化しかつ送信する段階、

を具備することを特徴とする異なるトラフィックタイプ

のための高速パケットを交換後に多重化する方法。

2. 前記第1および第2のトラフィックタイプの高速パケットを多重化する段階は重み付けラウンドロビン帯域幅割当てプロトコルに従って前記第1および第2のトラフィックタイプの高速パケットを多重化する段階を含む、請求の範囲第1項に記載の方法。

3. 前記第1の優先順位付け方法はライン先頭優先順位付け方法からなり、前記第2の優先順位付け方法はパケット廃棄プロトコルを含み、該パケット廃棄プロトコルは選択された高速パケットのキューの先頭における選択された高速パケットに対する廃棄の優先度を少なくとも1つの他の高速パケットのキューのキューの深さと比較する段階を含む、請求の範囲第1項に記載の方法。

4. 異なるトラフィックタイプのための高速パケットを交換後に多重化する方法であって、

A) 異なるトラフィックタイプの高速パケットを受信する段階、

B) 前記高速パケットの少なくともいくつかを、少なくとも部分的に、優先順位付け方法の関数として送信のために優先順位付けて優先順位付けられた高速パケットを提供する段階、

を具備し、かつさらに、

C) 送信のために前記優先順位付けられた高速パケットの少なくともいくつかを、少なくとも部分的に、帯域幅割

特表平5-502776 (2)

当て方法の関数として選択し、多重化された高速パケットを提供する段階であって、前記帯域幅割当て方法は前記優先順位付け方法と異なるもの、

を具備することを特徴とする異なるトラフィックタイプのための高速パケットを交換後に多重化する方法。

5. さらに、

D) 前記多重化された高速パケットを送信する段階、を含む、請求の範囲第4項に記載の方法。

6. さらに、

A) 前記第1の優先順位付け方法はライン先頭優先順位付け方法からなり、かつ

B) 前記帯域幅割当て方法は重み付けラウンドロビン帯域幅割当て機構からなる、

請求の範囲第4項に記載の方法。

7. 異なるトラフィックタイプのための高速パケットを交換後に多重化する方法であって、

A) 複数の第1の発生源から連続的なビットストリーム・オリエンテッド高速パケットを受信する段階、

B) 第1の優先順位付け方法に従って前記連続的なビットストリーム・オリエンテッド高速パケットの少なくともいくつかを優先順位付けして送信のために前記連続的なビットストリーム・オリエンテッド高速パケットを優先順位付ける段階、

を具備し、かつ

C) 複数の第2の発生源からフレーム化データ高速パケットを受信する段階、

D) 前記第1の優先順位付け方法に従って前記フレーム化データ高速パケットの少なくともいくつかを優先順位付けして送信のために該フレーム化データ高速パケットを優先順位付けする段階、

E) 前記優先順位付けられた連続的なビットストリーム・オリエンテッド高速パケットおよびフレーム化データ高速パケットの少なくともいくつかを、少なくとも部分的に、帯域幅割当て方法の関数として多重化し、多重化された高速パケットを提供する段階、

を具備することを特徴とする異なるトラフィックタイプのための高速パケットを交換後に多重化する方法。

8. 前記第1の方法はライン先頭優先順位付け方法からなる、請求の範囲第7項に記載の方法。

9. 前記帯域幅割当て方法は重み付けラウンドロビン帯域幅割当て方法からなる、請求の範囲第7項に記載の方法。

10. さらに、

A) 前記第1の方法はライン先頭優先順位付け方法からなり、かつ

B) 前記帯域幅割当て方法は重み付けラウンドロビン帯域幅割当て方法からなる、

請求の範囲第7項に記載の方法。

明 細 書

異なるトラフィックタイプの高速度パケットを、優先順位付け、選択的に放棄し、かつ多重化するための方法

技術分野

この発明は、一般的には、統合された高速パケットネットワークに関し、かつより詳細には共通のトラフィックタイプの高速度パケットの、ネットワークトランクのノードにおける、優先順位付け、ある高速パケットの選択的な放棄、および異なるトラフィックタイプのグループからの高速パケットの多重化による帯域幅の割り当てに関する。

発明の背景

典型的な統合高速パケットネットワークは少なくとも3つのクラスのトラフィック、すなわち連続ビットストリームオリエンテッド(CBO)、音声、およびデータ、を伝達する。第1A図から第1C図までは、これらの異なるトラフィックタイプの帯域幅特性および要求を示しており、かつそれらの属性(attributes)は次のように要約される。

CBO: 個々の発生源(sources)からのパケットはかなり行進がよくかつノード間トランクキューに多

少なかれ周期的に到達する。多重化されたCBOの発生源のピークレート(R_{peak})は平均レート(R_{avg})と同じであり、かつ必要とされるトランクの帯域幅(R_{reqd})はキューイングの遅延を小さく保つためにいくらか大きくなっている。 $R_{peak} < R_{reqd}$ であるから、この場合何らの統計的なゲインも得られない。CBOの流れはキューイングの遅延における大きな変動およびパケットの喪失に敏感であるが、その理由はこれらの双方とも受信機において同期の喪失を生ずるからである。大きなパケット化時間を有するCBOの発生源からのパケットは一緒に多重化された時に小さなパケット化時間を有する発生源からのパケットに反し大きな遅延を有する。一緒に多重化された時、この遅延は大きなパケット化時間の発生源により支配される。

パケット音声(音声活動の検出を有する): 多重化された音声のレートは同時に通話が激発(sprint)している発生源の数に依存しかつ最大レート(R_{peak})およびゼロの間で変動する。平均レート(R_{avg})は(会話音声については) R_{peak} の半分より小さい。必要なレート(R_{reqd})は(R_{peak} に等しくするよりは)これら2つのレートの間にあるようにすることができ、統計的なゲイン(R_{peak}/R_{reqd})を可能にする。 R_{reqd} は最大遅延およびパケット喪失のレートを与えられた限界より低く保つよう選択される(音声品質の劣化

は受入れ可能な限界内に留めることができるから小さなロスを受容できる)。

過剰な遅延(典型的には数百ミリ秒)を有するパケットは又終端から終端への(end-to-end)遅延限界に基づきデスティネーションにおいて捨てられるが、これは音声は遅延に敏感なためである。このタイプのドロップは(高い確率で)いくつかのパケットが同じ音声呼から連続的に失われる結果となりかつ受信された音声信号の忠実度をひどく劣化させる。

フレーム化データ: このタイプのトラフィックはレートおよび R_{peak} および R_{avg} の間の差において大きな変動を有する。 R_{reqd} は終端間の平均フレーム遅延を受入れ可能に小さく保つよう選択される。単一の高速パケットの喪失は全フレームの喪失となるので、パケットを捨てることは望ましくない。しかしながら、データトラフィックは性質上突発的(bursty)であるからバッファの利用不能性によるパケットのロスは防止できない。さらに、異なる発生源からのデータトラフィックは異なるサービス品質(QoS)の要求を有し、例えば相互作用的(interactive)トラフィックは比較的遅延に敏感であり、一方ファイル転送はそれほど敏感ではない。

ここで考察する統合ネットワークは終端システムの間でそのようなパケットを伝送するための高速パケット技術に依存する。終端システムの間でパケットの流れが始まる前

に、接続(または仮想回路: virtual circuit)がそれらの間で確立される。この接続は高速パケットが端から端に流れる経路(すなわち、ノードおよびノード間リンク)を決定する。第2図は、高速パケットを1つまたはそれ以上の入力リンクから受信しかつそれらを1つまたはそれ以上の出力リンクに切替える、典型的には中間ノードで使用する交換機(switch)を示す。

各々の接続からノード間リンクによって入来するパケットはヘッダに、論理的チャネル番号(LCN)と呼ばれる、独自の領域を有し、これはそのリンクにおける論理的チャネルに対応する(第3A図を参照)。接続の確立時に、(各ノードにおいて)出力ポート番号、出力キューのキューID(QID)、および新しいLCNに対する入力を含むテーブルが更新される。各入力パケットのLCNが調べられかつこのアドレスが(該テーブルへのアクセスにより)出力ポート番号、(出力キューに対する)QID、および次のノード間リンクに対する新しいLCNに変換される(第3B図を参照)。

種々の出力キューからのパケットはネットワークで使用される特定のキューイング規律によって決定される順序で送信される(または捨てられる)。(勿論この発明はこのような環境を念頭において説明されるが、ここに述べられるキューイング規律構造および方法は接続生型(connection oriented)または接続なしのネ

ットワーク(connection-less network)の広い部類に適用できかつLCNおよびテーブルルックアップを用いた構成に限定されない)。

例えば、ノード間リンクによって送信するためにパケットをキューイングするための1つの技術はファーストイン・ファーストアウト(FIFO)キューを使用する。しかしながら、多重化された音声およびデータトラフィックはリンクに入るパケットの瞬時レートが R_{reqd} (これはそのトラフィックに割当てられたリンクの帯域幅に対応する)より大きい場合には、オーバーロード期間を経験する。音声に対するオーバーロード期間は10ミリ秒から1000ミリ秒の間続くことが予期できる。データに対しては、この期間は数ミリ秒から数秒継続し得る。CBO発生源は典型的なT1ネットワーク(CBO発生源のみが同じキューに多重化された場合)においてホップ(hop)ごとに1ミリ秒と32ミリ秒の間で変動するキューイング遅延の変動に敏感である。明らかに、単純なFIFOキューにより生ずる音声およびデータに対する長いオーバーロード期間はCBOキューイング遅延の変動をオーバーロード期間の間発生させ、かつ末端から末端への遅延を受け入れ難いほど大きくするが、それはビットストリームの中にギャップが発生するのを防止するためデスティネーションにおいてより長い平滑遅延(smoothing delay)が要求されるからである。

同様に、データがオーバーロードになると、それはリンクの帯域幅を支配しかつ音声品質を劣化させる(それが音声パケットが遅延されあるいは捨てられるようにするからである)。これらの明らか望ましくない特性はすべてのトラフィックが1つのキューに入る時に発生する。

他の手法は音声に対しデータの優先度を与えるために純粋のライン先頭優先(Head Of Line Priority: HOLP)を使用する。しかしながら、HOLPはデータおよび音声キューの互いのかつCBOのQoSにそれらがオーバーヘッドになる時に与える影響の問題を解決しない。さらに、CBO、音声、およびデータキューは異なるのみでなく、1つのタイプのトラフィックが比較的大きな時間量の間リンクの帯域幅を支配するに十分な典型的なビジー期間(CBOに対しては1ミリ秒から32ミリ秒、音声に対しては10ミリ秒から1秒、そしてデータに対しては数秒まで)を有する。例えば、CBOが与えられた最も高い優先度を有する場合には、それが決してオーバーロードにならなくても、長いビジー期間(例えば32ミリ秒)が音声接続の品質に影響を与え、これは音声パケットがそのホップで32ミリ秒の間阻止されるからである。もしHOLPが使用されかつ音声が高優先度あるいは2番目に高い優先度を与えられておれば(それは遅延に敏感であるから最も低い優先度を与えることはできない)、音声キューはそれがオー

バロードになるとより多くの帯域幅を取るであろう。音声キューが成長しかつ（ディスカード機構により）パケットを失う代わりに、それはより低い優先度のキューのサービスの品質に（不当に）影響するであろう。

2つのトラフィックタイプ、音声およびデータ、を多重化するために可動境界機構（movable boundary schemes）もまた提案されている。そのような機構においては、多重構造は送信タイムスロットにより構成されるフレームからなる。該フレームの初めに、音声のためにS個のタイムスロットが確保されかつデータのために次のNスロットが確保される。該フレームの初めに、送信を待っているS個またはそれ以上の音声パケットがあれば、それらはS個のタイムスロットにロードされかつデータパケットが残りのNスロットにロードされる（もしNより多くあればそれらは待ち行列に入る）。もしそのフレームの初めにSより少ない音声パケットがあれば、データパケットが余分のタイムスロットを使用することを許可される（従って「可動境界」の用語につながる）。そのような方法はトラフィックのクラス内での優先度を考慮しないのみならず効率的なディスカード機構を提案しない。

他の機構においては、音声およびデータキューの間の可動境界を実施するためにタイマが使用されかつ埋め込まれたコーディングを想定するブロックドロップ機構が音声のために使用される。1つの手法は特に（もし必要であれば

各クラス内にHOLPを用いる）4つのクラスのトラフィック、および音声トラフィックに対応するクラスに対するディスカード機構を提案する。可動境界機構がいずれかのトラフィッククラスから連続して送信されるパケットの数を制限することにより実施される。

仮想回路（VC）に基づくネットワークのためのキューイング構造もまた提案されている。これらの方法に記載されたキューイング規律はVCを優先順位クラスに分けかつVCの間でラウンドロビン法を用いる。この規律は（末端から末端へのフロー制御を用いる高速パケットネットワークに対し）リンクバイリンクのフロー制御を用いる伝統的なネットワークにとってより適切であるが、それはキューへのそのフローがしっかりと制御できるからである。さらに、この規律はサービス要求の品質を整合するために異なるトラフィックタイプを統合する問題を目指しておらずかつ代りにVCに対しそれらが多重化される前にラウンドロビン順位でそれらに専仕することにより公正なサービスを提供するようにされている。これは本発明の環境ではCBOおよび音声発生源がフロー制御できずかつCBO、音声およびデータの間のHOLP規律が不十分である（前に述べたように）ため適用できない。

パケット廃棄（packet discarding）はまた統合音声／データネットワークにおいて渋滞の緩和のために提案されている。そのような機構においては、新

しい入りパケットはもしキューが過剰（すなわち、満杯）になれば廃棄される。この機構の不都合はそれがそのパケットの重要性を考慮することなくパケットを廃棄することである。音声コーディングおよび音声活動検出を用いることにより、パケットのいくつかは特に重要な情報を含んでいる。この種類の廃棄の影響を低減するため、選択的パケット廃棄技術が提案されている。音声波形の再構成のためにあまり重要でないと考えられるパケットのみが、キューの深さまたは通話の瞬発における呼の数（すなわち、パケット到達レート）により識別される、渋滞に直面して廃棄される。選択的パケット廃棄においては、パケットは2つの廃棄優先度に分類される。上に述べた双方の機構とも渋滞の表示のために単一のしきい値のみを使用する。

他のパケット廃棄機構によれば、もしノード間（internodal）トランクの出力キューが満杯であれば、該キューの入りパケットがドロップされる。該キューは満杯でないがキューの深さが与えられたしきい値を越えかつ入りパケットがドロップ可能であると記されており、該パケットもまたドロップされる。あるいは、該パケットは送信のためのキュー待機に置かれる。マークされたパケットをドロップする代わりに、「出力ドロッピング」と称されるものが示唆されており、この場合はすべての入りパケットは該キューが満杯でなければ該キューに入れられる。マークされたパケットがキューの先頭まで移動しかつ送信

の準備ができた場合には、前記しきい値がチェックされ、かつ該パケットはそれに応じてドロップまたは送信される。

いずれの上述の方法も完全に満足すべき性能を提供するものではなく、特に可変トラフィックタイプの送信をサポートする統合高速パケットネットワークに適用される場合には満足すべき性能を有しない。

発明の概要

これらの必要性および他のものは実質的にここに開示された高速パケット優先キューイング、選択的廃棄、および帯域幅割当て方法の機構により満たされる。本発明の1実施例によれば、異なるトラフィックタイプの高速パケットは互いに対する異なる優先順位付け方法に従って優先順位付けられる。各グループからの優先順位付けられたパケットは次に多重化されかつ送信される。例えば、第1の優先順位付け方法はHOLPを用いることができ、かつ第2の優先順位付け方法はパケット廃棄に依存することができる。あるいは、これらの手法は種々の方法で結合することができる。例えば、特定のトラフィックタイプに対する第1のグループの高速パケットはHOLPのみを用いて優先順位付けることができ、かつ異なるトラフィックタイプの第2のグループはパケット廃棄機構およびHOLP方法の双方を用いて優先順位付けることができる。

他の実施例においては、多重化は重み付けられたラウン

ドロビン帯域幅割当てプロトコルを用いることにより達成できる。

他の方法では、本発明の1つの実施例によれば、異なるトラフィックタイプに対する高速パケットが受信されかつ、少なくとも部分的に、第1の優先順位付け方法の関数として優先順位付けられ、かつ前記第1の優先順位付け方法によって待ち行列に入れられた高速パケットは次に、重み付けラウンドロビンのような、帯域幅割当てプロトコルに従って多重化される。1つの実施例では、該第1の優先順位付け方法は、例えば、HOLPとすることができる。

本発明によるさらに他の実施例においては、異なるトラフィックタイプのための高速パケットは別々のキューに各トラフィックタイプに対し高速パケットをキューイングすることにより多重化され、それにより特定のトラフィックタイプに対する高速パケットを含むキューは他のトラフィックタイプから区別して一緒にグループ化される。第1のグループのキューが次に選択され、かつ該第1のグループのキューに関連するクレジットカウント(credit count)が調べられてその中に何らかのクレジットが残っているかを判定する。もし残っておれば、パケットを有する前記グループにおいて最も高い優先順位のキューに対応するキュー内にバッファされた1つの高速パケットが除去されかつ送信される。送信に応じて、クレジットカウントが前記高速パケットの長さに対応するようにして

変更できる。例えば、1つの実施例においては、クレジットカウントは送信された高速パケットにおけるバイト数に等しい量だけ減分できる。帯域幅割当てはあるキューグループに対するクレジットカウントを異なるグループに対する異なる量だけ増分することにより達成される。

図面の簡単な説明

第1A図から第1C図までは、従来技術の高速パケットトラフィックのタイプを示す図であり、

第2図は、入力解析および出力キューを備えた従来技術の高速パケット交換機のブロック図であり、

第3A図から第3B図までは、最初に受信されたものとしてかつ従来技術の交換機のために解析ブロックにより引き続き処理される情報ヘッダを示す従来技術の図であり、

第4図は、本発明によるキューイングおよび多重化処理を示す図であり、

第5図は、本発明による1つの可能なキューイングおよび多重化処理を示すブロック図であり、

第6図は、本発明によるキューイングおよび多重化構成の他の実施例を示すブロック図であり、

第7図から第9図までは、本発明によるノード間スイッチのキューイング、廃棄、および多重化の観点での動作を示すフロー図である。

好ましい実施例の詳細な説明

第4図は、ここで考察されるエンキューイング(enqueueing)およびデキューイング(dequeueing)処理(400)の一般的な図を示す。適切なエンキューイング処理(401)に続き、CBO、音声、およびフレーム化されたデータのような、種々のトラフィックタイプからの高速パケットが適切なキューにバッファ入力され、これらのキューは異なるトラフィックタイプに対応するグループ(402)に分離される。この例では、第1のグループ(403)はCBOの高速パケットをバッファし、第2のグループ(404)は音声高速パケットをバッファし、かつ第3のグループ(405)はフレーム化されたデータの高速パケットをバッファする。(種々のキューについての付加的な説明は以下に必要に応じて記述する。)バッファされた高速パケットは次に適切なデキューイング処理(406)の使用によりデキューされかつデキューされた高速パケットの連続的な送信をサポートするためにノード間トランクに提供される。

次に第5図に移ると、異なるトラフィックタイプの高速度パケットは交換機およびエンキューイング処理(505)によって(ヘッダ情報を用いて)適切なキューに導かれる。この実施例では、音声パケットは音声キュー(506)にキュー入力される。残り2つのトラフィックタイプのグループ(CBOおよびフレーム化データ)には各々複数のキ

ュー(それぞれ、507-509および511-513)が与えられる。

これらの複数のキューは異なる特性を有するCBOおよびデータトラフィックによって要求される異なる品質のサービスを提供する。CBOの発生源は典型的には種々のパケット化時間およびパケット長を有し、従ってこのシステムは異なる発生源からのパケットを1つより多くのキューに分離するが、それはいずれかのキューに対する最悪の場合の遅延はそのキューに多重化された発生源のための最大パケット化時間によって決定されるからである。データについては、該発生源は短い長さのデータフレーム(例えば、相互作用のターミナルのアプリケーションから)あるいは(ファイル転送のような)多量の情報を発生することができ、両方のタイプとも1つのキューに置かれることはないが、これは相互作用的なユーザは迅速な応答時間を期待し一方ファイル転送はより長くなり得るからである。

(短いフレーム対し高い優先度(511)を有する)異なるデータキューの間または(低いバーストサイズ(パケット化時間)を有する発生源に対するキュー(507)に対しより高い優先度を有する)CBOキューの間のHOLPサービス規律はこれらのキューにおける異なるタイプのトラフィックに対し適切な品質のサービスを提供する。例えば、3つのCBOキュー(507-509)を有し、5ミリ秒より短いパケット化時間を有する発生源から

のすべてのパケットを最も高い優先度のキュー (507) に入れ、5ミリ秒と25ミリ秒の間のパケット化時間を有する発生源は中間の優先度の (508) に入れ、かつ25ミリ秒より大きなパケット化時間を有する発生源は最も低い優先度のキュー (509) に入れる。データに対しては、平均フレーム長に基づき同様に割り当てが行われる。一例として、64バイトより短いフレームサイズを有する発生源は最も高い優先度のキュー (511) に割り当てられ、64と512バイトの間のフレームサイズは中間の優先度のキュー (512) に、そして512バイトより大きなものは最も低い優先度のキュー (513) に割り当てることができる。

一般に、HOLP規律はより低い優先度のキューの性能を劣化させるという代償の下に高い優先度のキュー (507および511) に優れたサービスを与える傾向がある。しかしながら、この実施例では、より低い優先度のキューはひどい劣化を経験することなく、それはより高い優先度のCBOキューおよびより高い優先度のデータキューにおける短いデータフレームは短いビジー期間を有するからである。

音声キューは(異なるコーディングレートでも) 同様のトラフィックを有しかつ従って単一のキューのみが必要とされる。

この実施例においては、ライン先頭優先 (head o

f line priority) 機構は音声の高速パケットに対しては与えられておらず、これは1つの音声高速パケットキュー (506) のみが与えられているからである。その代わり、パケット・ディスカード (廃棄装置)

(516) が設けられている。このパケット・ディスカードの機能を第6図を参照してより詳細に説明する。

第6図は、別の実施例を示し、この場合、音声およびフレーム化データの高速パケットはHOLPサービスのみならずパケット廃棄機構によって処理される。各々の高速パケットのヘッダには廃棄の優先度を示す2つのビットがある。データパケットは4つの廃棄優先度、すなわち第1、第2、第3および最後の放棄、に分類される。音声パケットは3つの廃棄優先度、すなわち第1、第2、および最後の放棄、に分類される。廃棄の優先度はパケットに対し音声波形を再構成する上でのその重要性または再送信されるデータフレームの数に対するその影響に基づき割り当てられる。廃棄の優先度に対応する数多くの水準標 (water marks) (A-C) が音声およびデータキューに対し与えられる。この放棄機構により、すべての到来パケットがキューに入ることができるようになる。もしキューが満杯になると(すなわち、最後の水準標を超えると)、該キューの先頭のパケットがこのパケットの廃棄優先度が何であろうと捨てられる。もしキューが満杯でなければ、該キューからのパケットの出発の時点であるいは該キューへ

のパケットの到来の時点で(水準標、キューの深さ、および該キューの先頭におけるパケットの廃棄優先度に基づき) パケットは該キューの先頭から廃棄できる。これらは出発時間廃棄 (departure time discarding) および到来時間廃棄 (arrival time discarding) と称される。

出発時間廃棄においては、パケットの廃棄はパケットの出発の前に行われる。一旦トラंकがパケット送信の準備ができると、キューの先頭におけるパケットがチェックされる。このパケットの廃棄の優先度が読取られかつ現在のキューの深さがこのパケットの廃棄優先度に関する水準標と比較される。もしキューの深さが水準標を超えておれば、該パケットは廃棄される。キューの先頭における次のパケットが次に調べられる。この手順がキューの深さが該キューの先頭におけるパケットの廃棄の優先度に関する水準標を超えなくなるまで反復される。最後にこのパケットが送信される。

到来時間廃棄においては、パケットの廃棄は新しいパケットの到来後に行われる。新しいパケットの到来後に、キューの先頭のパケットの廃棄優先度が読取られかつ現在のキューの深さがそのパケットの廃棄優先度に関する水準標と比較される。もしキューの深さが該水準標を超えておれば、該パケットは廃棄される。出発時間廃棄と異なり、これ以上のパケットは廃棄のためにチェックされない。一

旦トラंकがパケット送信の準備ができると、該キューの先頭のパケットが送信される。(より高い優先度のキューにおけるパケットが、それらがキューインされているキューの深さに基づくのみならず、そのキューイング構造における何らかの他のキューの深さに基づき廃棄できる。キューの深さの測定は瞬時的なキューの深さとするこもでき、あるいは(何らかの時間のウィンドウにわたる) 平均的なキューの深さとするこもできる。)

最後に、第5図に戻ると、この実施例は帯域幅割当てサービスを提供するために重み付けられたラウンドロビン (WRR) パケットセレクト (517) を提供する。実際に、パケットセレクトは種々のキューからの高速パケットを多重化しかつそれらを連続的な送信のためにトラंकに提供しよう機能する。

WRRによれば、サーバはキューに規定された順序でサイクリックに奉仕する。それは各キューを(その重みに比例する) 特定された回数だけ調べる。もしすべてのキューが送るべきパケットを持っておれば、WRRはトラंकの帯域幅をキューの間で重みの比率で分割する効果を有する。いくつかのキューがアイドルの場合は、WRRは帯域幅を消費せず、それがパケットを見付けるまで規定された順序でキューを調べ続ける。WRRは、タイムスロットがアイドルにならない、すなわち、1つのキューによって使用されない割当帯域幅が他のキューによって使用され得る、こ

とを除き伝統的なTDMシステムと同じである。

付加的な任意のトラフィックタイプを効率的に多重化するため、もしそのグループにおける他のトラフィックとの帯域幅の使用上の両立性の無さのため該トラフィックタイプが存在するキューグループに置くことができないことが検出されれば(WRRによって率仕される)新しいキューグループを付加するであろう。これはそのタイプの同じ発生源と一緒に多重化された時に該トラフィックタイプのレートの変動およびビジー期間のふるまいを適切に特性付けることにより達成することができる。これに続き、HOLPキューがそのグループ内で生成され同じタイプであるが異なるパラメータを有する(もしこれらのパラメータがいくつかの発生源に対しかなり違っておれば、新しいトラフィックタイプが規定されこれらは次に異なるキューグループに置かれるべきであることに注意を要する)発生源のサービス品質(すなわち、遅延およびパケットロス)を精細に調整する。

以下に説明する方法は全体的なサービス規律がWRRおよびHOLPの混成物であるように異なるキューのサービスの順序を決定する。この手法を用いることにより、キューグループは可変長のパケットを持つことができかつ平均に対するトラフィック帯域幅の必要な部分を割当られ得る。また、送信の最小単位がパケットであるものとすれば、この方法はパケットをできるだけ精細にインタリーブしそれに

より異なるキューグループに対する遅延のジッタが低減されるように試みる。

後に説明するように、各キューグループに対しクレジットカウンタが維持されかつこのカウンタは各走査時にある数のクレジットによって増分される。1つのキューグループは走査された時にもしそれが有するクレジットの数がゼロより大きければパケットを送信することができる。この実施例においては、クレジットはバイトで測定される。パケットが送信される度ごとに、クレジットカウンタが該パケットにおけるバイト数だけ減分される。クレジットカウンタは(大きなサイズのパケットが送信される場合は)負になることができるが、決して(正の)最大値を超えることはできない。

この方法が、それぞれ、パケットを出力キューにキューイングしかつパケットを出力キューから取去るタスクを行う上に述べたエンキューイングおよびデキューイング処理に関して説明される。この説明においては、パケットを交換機の出力ポートから出力キューに移動する1つのエンキューイング処理およびパケットを出力キューから出力トラUNKに移動する1つのデキューイング処理がある。

以下の説明において使用される変数は次の通りである。

LCN: 入力においてパケットヘッダにある論理的チャネル番号。

QID: ルックアップテーブルから得られる、LCNに

対応する出力キューのアドレス。

DP: あるパケットの廃棄の優先度。

QUEUE LEN(QID): QIDのアドレスによってある瞬間にキューにおいてキューイングされるパケットの数。

WATERMARK(QID, DP): アドレスQIDを有するいずれかのキューに対するQUEUE LEN(QID)がWATERMARK(QID, DP)より大きければ、廃棄の優先度DPを有するパケットが廃棄できる。

CREDIT[J]: キューグループJに対するクレジットカウンタの値。

C MAX[J]: CREDIT[J]が達成できる最大値。これはまた各走査においてキューグループJに与えられるクレジットの数である。CREDIT[J]は最初にC MAX[J]にセットされる。

MAX-Q-GRPS: エンキューイングおよびデキューイング処理が率仕するキューグループの合計数。

C MAX[J]の適切な選択はグループが可変パケット長を持つことを許容しかつまたシステムがきめの細かい様式でキューグループからトラフィックをインタリーブすることを可能にする。

これらは次のように予め計算される。まず、次のように定義する。

$L[J]$ = キューグループJにおける(バイトでの)平均パケット長

$f[J]$ = すべてのグループがパケットを持つ時グループJに割当てられるべきトラUNKの帯域幅の部分(fraction)

$CT = CMAX[1] + CMAX[2] + \dots + CMAX[MAX - Q - GRPS]$

$f[J] = CMAX[J] / CT$ であるから、すべてのI, Jに対し $CMAX[I] / CMAX[J] = f[I] / f[J]$ の関係が得られる。最大のインタリーブを得るためには、(他のグループがクレジットおよび待機中のパケットを有する時)一緒に送信できるパケットの最大数はできるだけ小さくされる(すなわち、1パケット)。一緒に送信できるパケットの最大数は $\max(CMAX[J] / L[J])$ である。 $CMAX[J] / L[J] = f[J] * CT / L[J]$ は $f[J] / L[J]$ がその最大値を達成するときその最大値になる。以下に述べる方法はこれらの関係を適切な $CMAX[J]$ を計算するために使用する。

$I = J$ 、これに対し $f[J] / L[J]$ は最大である、

$CMAX[I] = L[I]$

$J = 1$ から $MAX - Q - GRPS$ に対し、

$CMAX[J] = f[J] * CMAX[I] / f[I]$

特表平5-502776 (8)

エンキューイング処理(700)が第7図に見られる。QIDが最初にパケット領域において識別されるQIDとしてセットされる(701)。到着時間廃棄が使用される場合には(702)、キューの先頭におけるパケットの廃棄の優先度(DP)は対応するパケット領域から決定される(703)。適切なキューの長さが次に適切な水準値と比較され(704)、かつもしキューの長さが関連する水準値を超えておれば、該キューの先頭におけるパケットは廃棄される(706)。さもなければ、到来パケットがエンキューされ(708)かつキューの長さの値が1パケットだけ増分される(707)。もし到着時間廃棄が使用されなければ(702)、処理は単に入パケットをエンキューし(708)かつ再びキューの長さを1だけ増加する(707)。

次に第8図を参照すると、デキューイング処理が一般的に参照数字800によって示されていることが分かる。始めに、CREDIT[J]がすべてのJに対しゼロとして設定される(801)。次に、変数Jが初期化される(802)。選択されたキューグループに対するクレジットカウンタが次に設定され(803)、そして処理は問題のキューグループに対し正のクレジットが存在するか否かおよび関連するグループにおいて送信するためにエンキューされたいずれかの高優先パケットがあるか否かを判定する(804)。もし真であれば、処理は選択されたグループ

における次のキューを走査する(特定のキューが優先度の順で選択される)(805)。パケットが見つければ(806)処理は第9図に示すように継続する(807)。

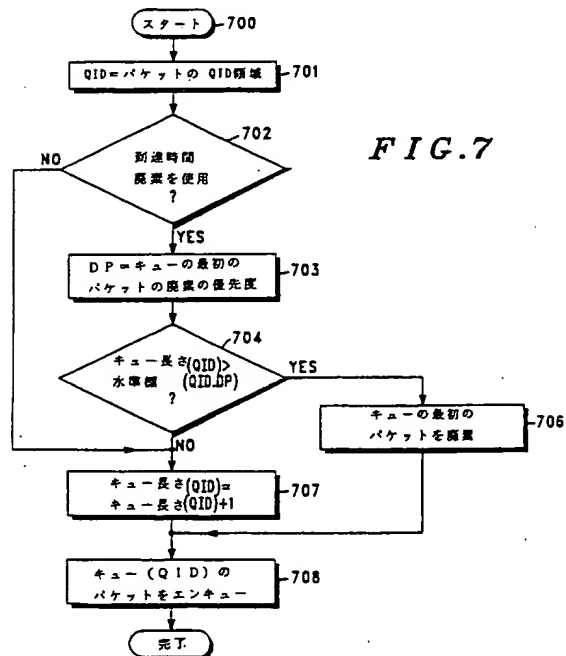
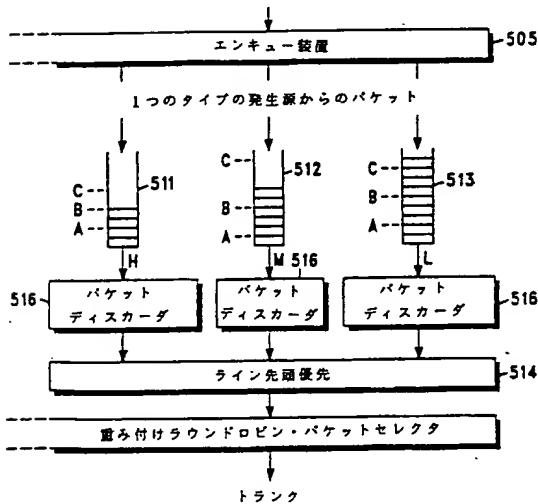
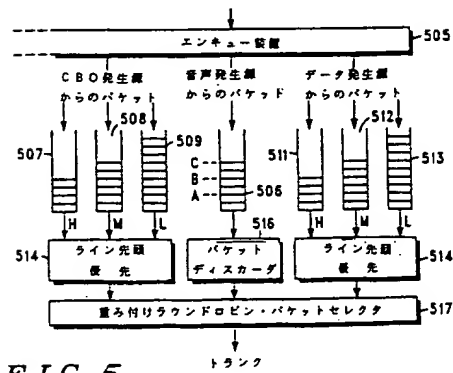
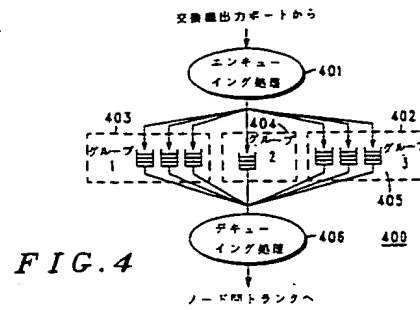
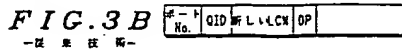
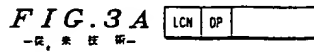
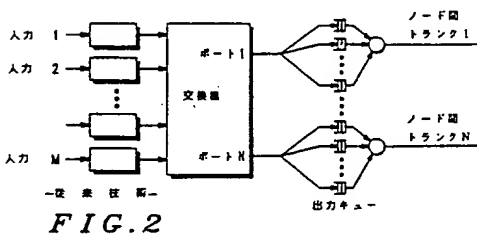
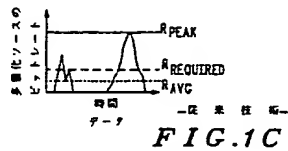
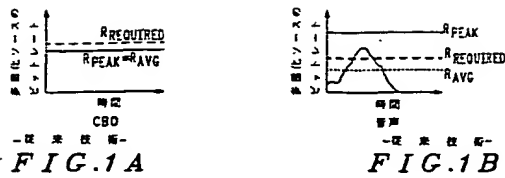
QIDがパケットが検出されたキューのIDとして設定される(901)。適切なパケットが次に得られ(902)かつ関連するキューの長さが1だけ減分されて(903)選択されたパケットの除去を反映する。もし出発時間廃棄が用いられておれば(904)、該パケットの廃棄の優先度が得られ(906)かつキューの長さに1を加えたものが関連する水準値を超えたか否かに関し判定が行われる(907)。もし超えておれば、該キューの最初のパケットが捨てられ(908)かつキューの長さがゼロを超えているか否かに関し判定が行われる(909)。もし超えておれば、次のパケットが取出され(902)かつ処理は上に述べたように継続する。さもなければ、もしキューの長さがゼロを超えておらなければ、処理は戻る。

キューの長さに1を加えたものが関連する水準値を超えていないものと仮定すれば(907)、選択されたパケットが送信され(911)かつクレジットカウンタが送信されたパケットにおけるバイトの数に等しい量だけ減分される(912)。キューの長さおよびクレジットカウンタが次に("0"のような)しきい値と比較され(913)、かつもし両方に対し適切な量が残っておれば、新しいパケットが取出される(902)。さもなければ、処理は戻る。

第8図に戻ると、処理はこの特定のキューグループに対し何らかのクレジットが残っているか否かを判定するために戻る(804)。結果的に、2つの事象の内の1つが起きる。何らのパケットも見つからず(806)かつグループのすべてのキューが走査されるか(811)、または該グループ(804)のためのクレジットが完全にクリアされる。これら2つの事象のいずれにおいても、処理はすべてのキューグループが走査されたか否かを判定する(812)。もし走査されておらなければ、キューグループ識別子が増分され(813)かつ上に述べた処理が次のキューグループに対し繰返される。さもなければ、すべてのキューグループが調べられた時、すべてのキューに対するクレジットカウンタがすべて負になったか否かに関し判定が行われる(814)。もし負になっておらなければ、処理は再び最初のキューグループによって始まる(802)。さもなければ、適切なステップが行われ(816および817)キューグループのすべてに対するクレジットカウンタを初期のレベルにリセットし、それに続き上に述べた手順が再び繰返される。

本発明がパケット交換機の実出力におけるキューイング規律のアプリケーションについて説明された。同じ技術は同様に該交換機の入力において分離(segregation)およびエンキューイングがトラフィックタイプに基づき行われるパケット交換機の場合にも適用できる。

さらに、ここに説明された方法はCBO、音声、およびデータ発生源からのトラフィックを伝達する統合ネットワークに限定されるものではない。たとえば、圧縮されたビデオおよびイメージ/ファクシミリトラフィックをもしネットワークがそれらを伝達するものであれば別個のトラフィックタイプとして取扱うことができる。圧縮されたビデオの帯域幅の要求は時間によって変動し、引続くスクリーンが非常に異なるものでなければ(たとえば、ゆっくり動く物体)、ビットレートは比較的小さい。これに対し、急速に動く物体またはシーンの変化は瞬時帯域幅の要求をより高いレベルに上昇させる。さらに、ビデオおよびイメージ/ファクシミリ発生源の双方からのパケットはイメージ品質にほとんど劣化を与えることなくあるいは何らの劣化をも与えることなく選択的に捨てることができる。



第1頁の続き

②発明者 ハルチジ・マイケル ジー

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 02181、ウエスリー、ジャクソン・ロード 27

②発明者 イン・ナン イン

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 02139、キャムブリッジ、クリントン・ストリート 2、アパートメント #4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.